



TITLE:

マグノンにおけるカオスの実験(プラズマ,磁性体,光学系,カオスとその周辺,研究会報告)

AUTHOR(S):

山寄, 比登志

CITATION:

山寄, 比登志. マグノンにおけるカオスの実験(プラズマ,磁性体,光学系,カオスとその周辺,研究会報告). 物性研究 1986, 46(2): 268-270

ISSUE DATE:

1986-05-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91987>

RIGHT:

$$H = [p_v^2 + B^2 y^2 + \{p_s - ayB \cos(Kz + Qt)\}^2] / 2$$

で、今 $K \gg Q$ として磁気 bottle のまんなか pitch 角 90° の proton を投入する。磁場が static な場合は、その点は安定な平衡点なので proton はそこで永久に施回運動を続ける。しかし今の場合 $K=1$ に対し Q がたとえ 0.00001 であっても proton は磁気 bottle を抜け出し、phase space 上をドットで埋めつくして行く。ただ本来 KAM torus が存在していたところは拡散的に広がって行くというよりは、いくつかの構造を持ったリングを形成していく感じである。この点の解釈に関しては、次の機会に委ねることにする。

Reference

H. Irie: Journal of the Physical Society of Japan 54 (1985) 2883.

マグノンにおけるカオスの実験

岡山大・理 山 寄 比登志

H. Suhl は 1957 年に大電力マイクロ波によるスピン波の不安定増大に関する論文¹⁾の中で“この現象は Catastrophic に起こり、流体における乱流状態に類似している”と述べている。その後実験的にもマグノン数が周期的振動あるいは非周期的ノイズ状の振動を示すことが知られていたが、理論的解決をみないままになっていた。ところが最近これらの現象がスピン波間の非線形相互作用が原因で起こり、パラメトリック励起されたスピン波にカオスが発生することが理論・実験両面で明らかになって来た。

ここでは平行励起法によって強磁性体 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{CuCl}_4$ に発生したカオスの性質について報告する。強磁性共鳴では磁気モーメントに垂直方向にマイクロ波振動磁場を加えて波数が零のマグノンを励起するが、平行励起では磁気モーメントに平行方向にマイクロ波磁場を加えることによって周波数がマイクロ波の半分で、波数が $+k$ と $-k$ のマグノンつまり定在波を励起する。マイクロ波電力 P がある threshold を越えるとマグノン数は緩和により減少するよりも励起される方が多くなり、かつある特定の波数のマグノン（以後 k マグノンと呼ぶ）が増え始めるとその k マグノンのみが増え続けますエネルギーを効率よく吸収するので雪崩現象的に k マグノンのみが増え続けて熱平衡からずれて行く。その他の波数のマグノンはほぼ熱平衡状態

に留まっている。さらに P を大きくして行くと k マグノンと相互作用している k' マグノンの数が増えて来てこの相互作用の反作用として k' マグノンが k マグノンを励起するようになる。このフィードバックが十分大きくなった時自励発振が起こり、マグノン数が時間とともに周期的振動をするようになり、次いでカオスが発生する²⁾⁻⁷⁾。

強磁性体 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{CuCl}_4$ で観測されたマグノン数の時系列データの一部を図1に示す。測定は温度 1.65 K, 周波数 9.39 GHz で静磁場は単結晶の b 軸方向にかけて行った。図1(a)のように周波数 1.85 kHz のリミットサイクルより2倍周期(b)を経てカオス(c)が発生する。なおマイクロ波電力の 0 dB は 200 mW である。このカオス波形について τ を基本周期の約 $1/4$ (0.14 msec) にとって $V(t)$ vs. $V(t+\tau)$ をプロットしたのが図2であり、その 45° の断面上でリターンマップをとると図3(a)のようになる。マイクロ波電力を 0.004 dB ずつ増やしていくとマップは(b), (c)のように変化する。2倍周期よりカオスに至る途中で4倍周期が観測される場合があるが、長く続かず不安定であり、温度などの実験条件が微妙に変化しているためと考えられる。マイクロ波電力を更に増やして行くとリターンマップはばらついて来て、その後、ウィンドウが観測された。又このカオスについて、Grassberger-Procaccia の方法⁸⁾によってストレンジアトラクタの次元を求めたところ約 2.4 であった。リターンマップが巾を持ってばらついている理由は実験上のばらつき以外に、ストレンジアトラクターに厚みがあるためと考えられる。平行励起マグノンの発振現象は 100 ガウス以上にわたる広い磁場範囲で観測さ

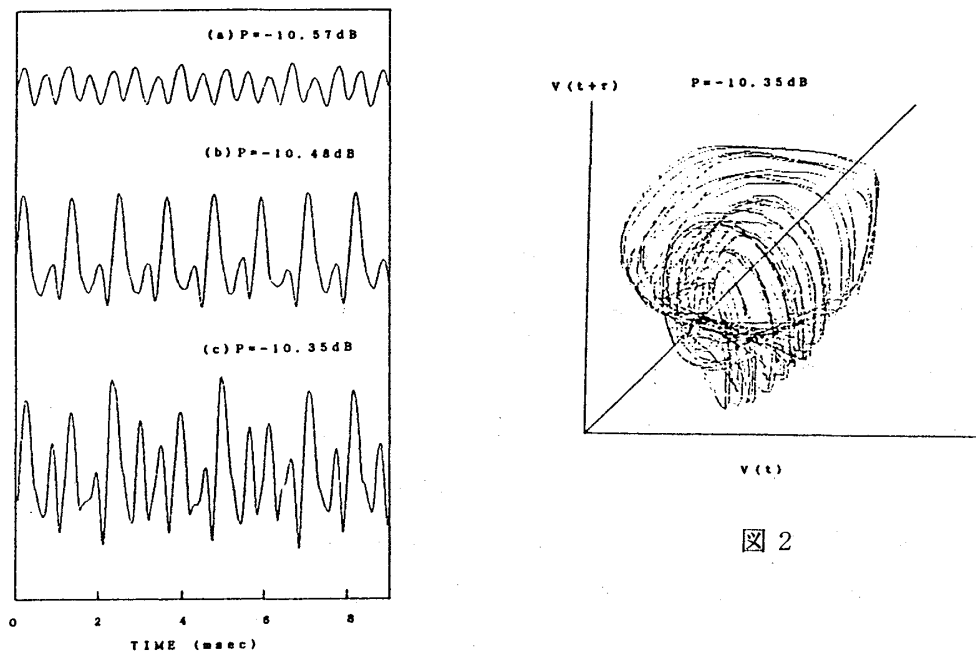


図 2

図 1

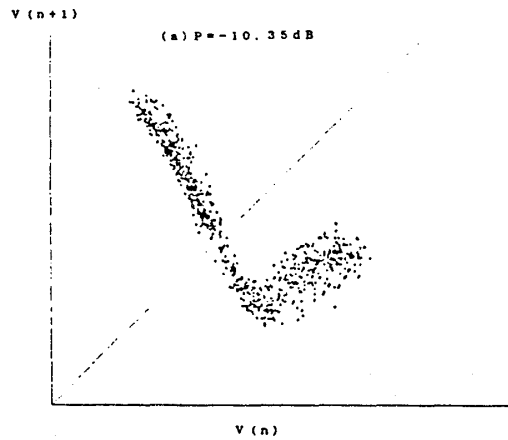


図 1

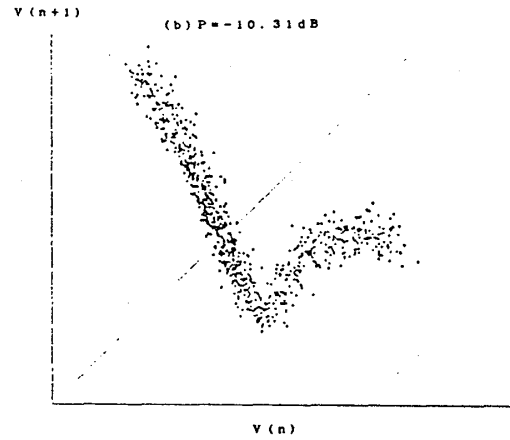


図 2

れるが、この様なリターンマップが得られたのは 1127 ガウスを中心とする 3 ガウス程度の狭い範囲のみであり、それ以外でも周期倍化分岐が見られるが意味のあるリターンマップは今までのところ得られていない。

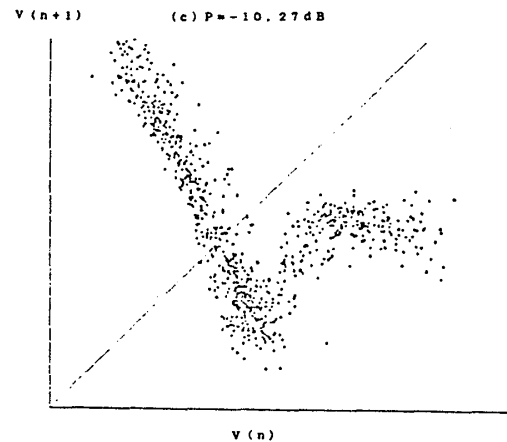


図 3

参考文献

- 1) H. Suhl: J. Phys. & Chem. Solids 1 (1957) 209.
- 2) S. Ohta and K. Nakamura: J. Phys. C16 (1983) L605.
- 3) H. Yamazaki: J. Phys. Soc. Jpn. 53 (1984) 1155.
- 4) G. Gibson and C. Jeffries: Phys. Rev. A29 (1984) 811.
- 5) H. Yamazaki, D. R. Barberis and F. Waldner: Proc. XXIIInd Congress Ampere on Magnetic Resonance and Related Phenomena, Zurich 1984, p. 123.
- 6) X. Y. Zhang and H. Suhl: Phys. Rev. A32 (1985) 2530.
- 7) 山寄比登志: 月刊フィジックス 6 (1985) 664.
- 8) P. Grassberger and I. Procaccia: Physica 9D (1983) 189.